

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-122923

(43)公開日 平成10年(1998)5月15日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 F 1/66

識別記号

1 0 1

F I

G 0 1 F 1/66

1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平8-293338

(22)出願日 平成8年(1996)10月15日

(71)出願人 390026996

東京計装株式会社

東京都港区芝公園1丁目7番24号

(71)出願人 595153365

株式会社泉技研

神奈川県横浜市金沢区福浦1丁目1番地の  
1

(72)発明者 小谷野 清

神奈川県横浜市金沢区福浦1丁目1番地の  
1 株式会社泉技研内

(74)代理人 弁理士 前田 清美

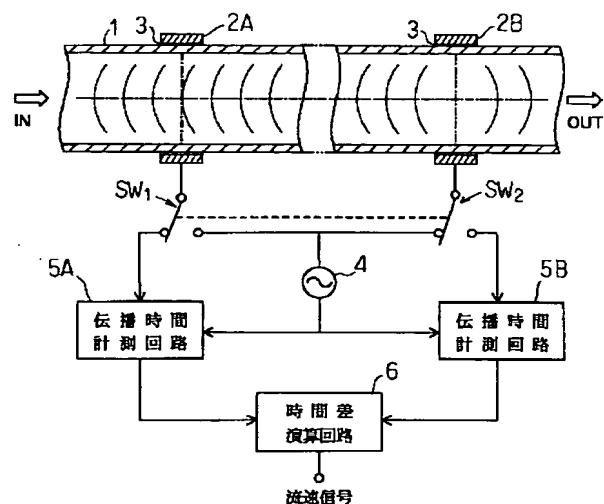
最終頁に続く

(54)【発明の名称】超音波流量計

(57)【要約】

【課題】全長に亘って同径な管体よりなる検出器を備え、それでいて小流量用の管径が小さく、さらにコンパクトな超音波流量計を提供する。

【解決手段】測定管1は全長に亘って同径なものとし、この測定管に2個の円環状の超音波振動子2A、2Bをその内周面が測定管の外周面と実質的に密着するように測定管の軸線方向へ所定の間隔で設け、これら2個の振動子のうちの一方の振動子に交番電気エネルギーが与えられることにより発信した超音波を他方の振動子によって受信し、発信側と受信側の振動子を交互に切り換えることにより上流側から下流側への超音波の伝播時間と下流側から上流側への超音波の伝播時間をそれぞれ計測し、演算回路6によりこれら伝播時間の差を演算して測定管内を流れる流体の流速を求められるようにし、測定管1は直管のものあるいは曲成された非直管のものとしてある。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】全長に亘って同径をなす測定管の軸線方向をなす前後2カ所の部位の外周部にそれぞれ円環状の振動子をその内周面が測定管の外周面と実質的に密着するように設け、これら2個の振動子のうちの一方の振動子に交番電気エネルギーが与えられることにより発信した超音波を他方の振動子によって受信し、発信側と受信側の振動子を交互に切り換えることにより上流側から下流側への超音波の伝播時間と下流側から上流側への超音波の伝播時間とをそれぞれ計測し、演算回路によりこれら伝播時間の差を演算して測定管内を流れる流体の流速を求める超音波流量計。

【請求項2】請求項1に記載の測定管を直管で構成してなる超音波流量計。

【請求項3】請求項1に記載の測定管を非直管で構成してなる超音波流量計。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は超音波を利用した流量測定装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術とその問題点】管路を流れる流体内に超音波を伝播せしめ、流れの上流から下流への超音波伝播速度と、下流から上流への超音波伝播速度の差によって流体の流速を求め、これに基づいて管路を流れる流体の流量を計測する流量計は伝播速度差式超音波流量計または伝播時間差式超音波流量計と呼ばれ、広く実用に供せられている。

【0003】この方式の流量計の検出器は構造上次ぎの2種類に分類できる。第1の方式は、図6のように検出器の伝播管は直管であり、2個一対の超音波振動子は伝播管の管壁に軸線方向へずれて固定され、発生する超音波は流体中を流体の流れに対して斜めに伝播する（以下タイプ1と呼ぶ）。

【0004】第2の方式は、図7、図8(a)、図9のように、検出器が、閉塞された両端部に超音波振動子を備える直管の伝播管と、伝播管の両端部側面に接続した流入管及び流出管とによって構成され、振動子が発生する超音波は伝播管を流れる流体内を流れと平行に伝播する（以下タイプ2と呼ぶ）。

【0005】伝播速度差の測定方法は、主として測定精度とコスト上の理由により、タイプ1、タイプ2ともに交互切換式が用いられる。すなわち2個の超音波振動子を、互いに相手方が発信した超音波ビームを受信できる位置、角度に取り付け、一方が発信した超音波を他方が受信するまでの時間を、発信側、受信側を交互に入れ替えて測定し、それらの差（伝播時間差）から流速を求める。

【0006】これらタイプ1、タイプ2にはそれぞれ次のような短所、長所があり、使用目的によって有利な方

が選択使用されている。タイプ1は検出器が流入管、伝播管、流出管が一直線に連続する直管であることが最大の特徴であり、コスト面のほか圧力損失が極小であること、管体内の洗浄が容易なことなど多くの利点がある。

【0007】しかし、管径が小さくなるにつれて超音波の伝播距離が小となり、伝播時間差の測定精度が低下するため管径の小さい（流量の小さい）ものには不適である。現状では管外径25mm程度が実用上の下限であり、むしろ管径が大きい場合にその長所が発揮される。【0008】一方、タイプ2は検出器の構造が複雑であり、重量、大きさ、コストの面ではタイプ1に比べて不利であり、また圧力損失、洗浄のしやすさにおいても劣る。しかし、超音波の伝播距離を管径とは無関係に設定できるため、管径の小さい（流量の小さい）ものには適用しやすい。要約すれば、タイプ1は大流量向き、タイプ2は小流量向きといえる。

【0009】なお、在来のタイプ2の小口径用の場合は、測定精度を確保するためには2個の振動子の間隔が一定距離以上必要となり、また一定距離を隔てて検知可能な超音波を伝播させるためには一定値以上の発振エネルギーが必要となる。したがって管路長Lと振動子の径Dは変えることができない。

【0010】しかし、伝播管の口径は小さくすることができるが、図8(a)に示す流量計の伝播管の口径を図8(b)のように小さくすると、流体中を伝播する超音波の割合は口径とともに減少し、測定が次第に困難となる。現在タイプ2方式で実用に供せられている流量計の最も口径の小さいものは管内径5mm程度である。

【0011】以上の説明から明らかのように、超音波流量計に対する最大の改良要望点はタイプ1のように構造が簡単で、しかも管径の小さな流量計にも適用できるようになることである。

**【0012】**

【発明の目的】本発明の目的とするところは、全長に亘って同径な管体よりなる検出器を備え、それでいて小流量用の管径の小さい伝播速度差式または伝播時間差式の、しかも

- (a) 製造コストが低い
- (b) 測定精度が高い
- (c) 保守（洗浄等の）、修理が容易
- (d) 設置スペースが小さくてすむ
- (e) 重量が軽い

超音波流量計を提供できるようにした。

**【0013】**

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明の超音波流量計は、測定管内を流れる流体内に超音波を伝播せしめ、流れの上流から下流への超音波伝播速度と、下流から上流への超音波伝播速度の差によって流体の流速を求め、これに基づいて測定管内を流れる流体の流量を計測するいわゆる伝播速度差式超音波流

量計または伝播時間差式超音波流量計において、測定管は全長に亘って同径なものとし、この測定管に2個の円環状の超音波振動子をその内周面が測定管の外周面と実質的に密着するように測定管の軸線方向へ所定の間隔で設け、これら2個の振動子のうちの一方の振動子に交番電気エネルギーが与えられることにより発信した超音波を他方の振動子によって受信し、発信側と受信側の振動子を交互に切り換えることにより上流側から下流側への超音波の伝播時間と下流側から上流側への超音波の伝播時間とをそれぞれ計測し、演算回路によりこれら伝播時間の差を演算して測定管内を流れる流体の流速を求められるようにし、測定管は直管のものあるいは曲成された非直管のものとしてある。

#### 【0014】

【実施例】以下本発明を添付図面の図1～5に示す実施例によって説明する。図1は測定管1を直管とした第1実施例を示し、全長に亘って外径が均一な直管に、直管の外径よりわずかに径の大きい内孔を有するリング状の2個の超音波振動子2A、2Bを嵌めて、直管の軸線方向に所要の間隔で、しかも振動子の内周面と直管外周面との隙間にはグリース等の半流動体や半固形物よりなる超音波が伝播しやすい物質3を充填し、いわゆる音響結合状態にして各超音波振動子2A、2Bを直管へ実質的に固定する。

【0015】図2は測定管に非直管を使用した第2実施例を示し、同図中の(a)はU型曲管の場合、同図中の(b)はU型曲管が反対方向に連続する場合、同図中の(c)は曲回部を有する場合を示す。

【0016】前記構成において、各振動子は交番電気エネルギーを与えられると縮径、拡径して半径方向に振動し、また半径方向の振動が外部から加えられると振動波形と相似の電気信号を発生する。流量の測定にあたっては、2個の振動子のうちの一方の振動子例えば下流側の振動子2Bに電源4より交番電気エネルギーを与えて超音波を発生させる。

【0017】測定管内部が流体で満たされているとき、振動子2Bから発生する超音波は管壁を経て流体に伝えられ、一旦振動子の中心(直管の中心)位置に向かって伝播した後、直角に向きを変えて管と平行に前後両方向に伝播する。

【0018】超音波は圧力振動の一種であるため伝播の際には管の半径方向にも圧力変化が生じるので、上流側の超音波振動子2Aは圧力変化(振動)を受けることによって圧力変化に対応する電気信号を出力する。

【0019】振動子2Bに加えられた電気エネルギーの波形と振動子2Aが出力する電気信号は伝播時間計測回路5Aに入力され、下流側の振動子2Bから上流側の振動子2Aへの超音波の伝播時間 $t_1$ が求められる。次に、連動するスイッチSW<sub>1</sub>、SW<sub>2</sub>の操作によって回路を切り換えることにより上流側の振動子2Aに電気エネル

ギを加えて超音波を発信させ、この超音波を下流側の振動子2Bで受信して伝播時間計測回路5Bにより上流側の振動子2Aから下流側の振動子2Bへの超音波の伝播時間 $t_2$ が求められる。

【0020】測定管内の流体の流速が0(静止状態)であれば、図4のように測定管内の流体中を伝播する超音波の速度は等しいから $t_1 = t_2$ となる。

【0021】しかし測定管内の流体が流れている場合には、図5のように上流側振動子2Aから下流側振動子2Bへの伝播時間 $t_2$ は流体の流速の影響を受けて流体の静止状態における伝播時間より小となり、反対に下流側から上流側への伝播時間 $t_1$ は大となる。したがって伝播時間 $t_1$ 、 $t_2$ の差は流体の流速に比例して大きくなるので、伝播時間の差 $t_1 - t_2$ を時間差演算回路6によって求めるこにより測定管内の流体の流速を知ることができる。

【0022】本発明の流量計は振動子2Bから発せられた超音波が振動子2Aに伝達するまでの時間 $t_1$ と、振動子2Aから発せられた超音波が振動子2Bに伝達するまでの時間 $t_2$ との差 $t_1 - t_2$ によって流量を求めるようにしてあるので、振動子2A、2B間の距離が長いほど流量の測定精度を高くできる。

【0023】高精度を得るために振動子2A、2B間の距離を長くすると、測定管が直管の場合は同一面(例えば平面)での管の占める長さが長くなり、流量計の全長が長くならざるを得ない。

【0024】これに対し、図2に示す第2実施例の各図のものでは一部に曲管部があるので、振動子2A、2B間の長さを長くしても流量計の見かけの全長(外形)は短くてすむ。特に図2(c)の方式で測定管を螺旋状に何回も巻くようにすることにより外形はコンパクトで十分長い超音波伝播部2A～2Bを構成することができ、より精度の高いものとすることができる。

【0025】また、計測のための電子回路を曲管部がつくるゾーンZ(同図の(b)ではゾーンZ<sub>1</sub>またはZ<sub>2</sub>)に収納すれば、電子回路を内蔵した一体形の超音波流量計をきわめてコンパクトなサイズで実現できる。

#### 【0026】

【発明の効果】本発明においては2個の超音波振動子の間隔は管径に無関係に選択できるので、管径が小さい場合にもリング状振動子を直管の外径に合わせて製作でき、小口径すなわち小流量用にも支障なく適用でき、また、前述の目的で述べた(a)乃至(e)の利点を有する流量計を提供できる。

【0027】なお、本発明の場合、口径が小さくなつても流体内を伝播する超音波の割合が小さくなる要素はなく、孔径の小さい超音波振動子を製作することにも技術的困難はないので、従来のタイプ2方式のものよりもさらに口径の小さい流量計も実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る超音波流量計の第1実施例を示す斜視図。

【図2】本発明に係る超音波流量計の第2実施例の各例を示す平面図。

【図3】測定管における振動子取付部の縦断面図。

【図4】流体静止時における中央の振動子に印加する交番電圧と、前後の振動子で検出される電気信号の時系列関係を示す図。

【図5】流体流动時における中央の振動子に印加する交番電圧と、前後の振動子で検出される電気信号の時系列関係を示す図。

【図6】従来のタイプ1の超音波式流量計を示す図。

【図7】従来のタイプ2の超音波式流量計を示す図。

【図8】(a)は従来のタイプ2の超音波式流量計の他の

例を示し、(b)は(a)の伝播管を小径にした場合の例を示す図。

【図9】従来のタイプ2の超音波式流量計の他の例を示す図。

#### 【符号の説明】

1 測定管

2A、2B 超音波振動子

3 グリース

4 電源

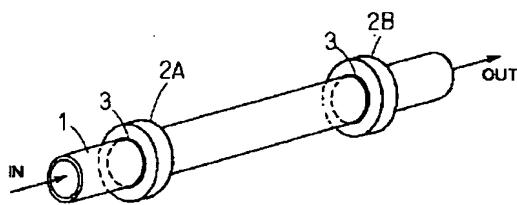
5A、5B 伝播時間計測回路

6 時間差演算回路

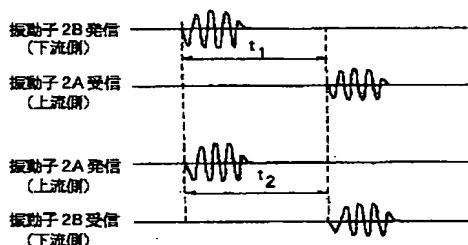
Z 曲管部で構成されるゾーン

Z<sub>1</sub>、Z<sub>2</sub> 曲回部で構成されるゾーン

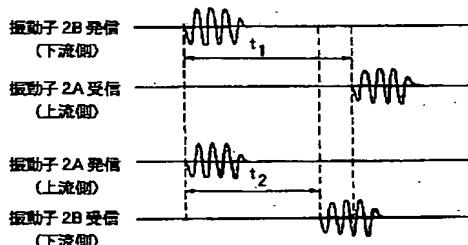
【図1】



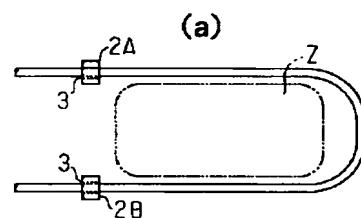
【図4】



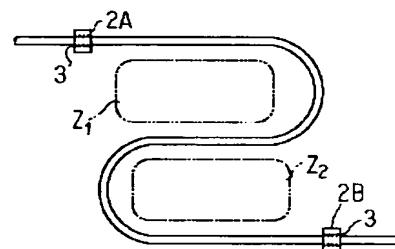
【図5】



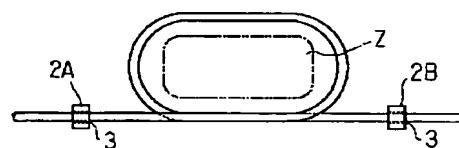
【図2】



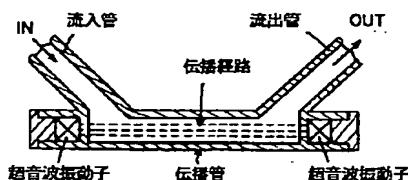
(b)



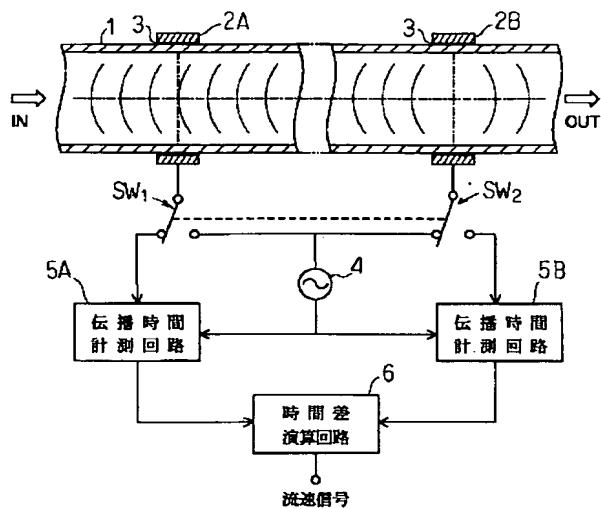
(c)



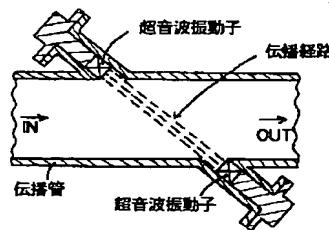
【図7】



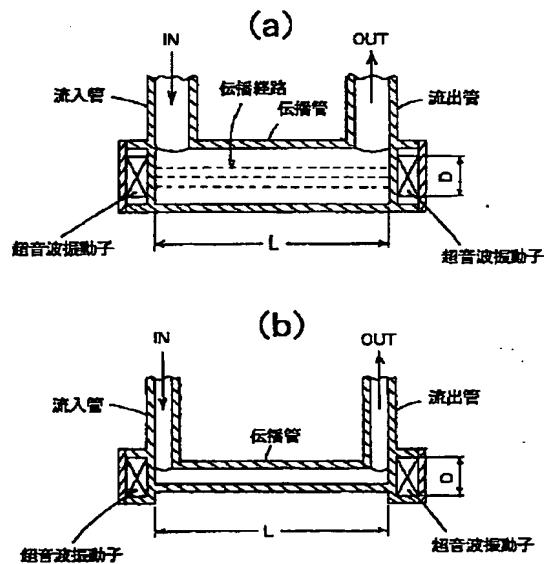
【図3】



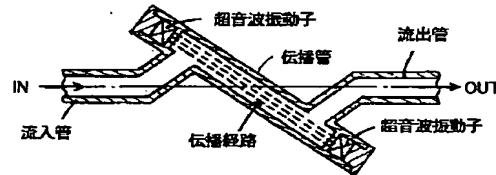
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 薄井 良子  
 神奈川県横浜市金沢区福浦1丁目1番地の  
 1 株式会社泉技研内

(72)発明者 井川 忠  
 神奈川県横浜市金沢区福浦1丁目1番地の  
 1 株式会社泉技研内  
 (72)発明者 杉 時夫  
 東京都世田谷区東玉川2丁目35番13号